

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БРОНИРОВАННЫХ ПЛИТ ИЗ СПЛАВА 5083

Первые запуски бронированных плит из сплава 5083 толщинами от 12,7 до 50,0 мм и от 63,5 до 76,2 мм показали, что плиты имеют в ряде случаев недостаточный уровень баллистической защиты и нестабильность результатов механических испытаний. С учетом природы сплава 5083 (присутствие сложных нерастворимых интерметаллических соединений скелетообразной формы, возможность кристаллизации железомарганцовистой фазы в виде первичных интерметаллидов и сростков дендритов) и структурное различие между поверхностными и центральными слоями крупногабаритных слитков, обусловленное литьем в электромагнитный кристаллизатор, одной из причин, приводящей к неудовлетворительным результатам испытаний, может быть структура плит, наследуемая от слитка.

В связи с этим для анализа взаимосвязи между комплексом механических характеристики и структурой плит отобраны плиты толщиной от 12,7

до 76,2 мм, прошедшие испытания и показавшие разный уровень механических свойств. Дополнительно в данной работе приведены результаты исследования плит толщиной 38,1 мм, изготовленной по уточненной технологии с применением перед холодной прокаткой полигонизационного отжига при 250 – 270⁰С в течение 3 часов.

Для производства плит толщиной от 12,7 до 50,0 мм используются слитки сечением 275×950 мм, для изготовления плит толщнами 63,5–76,2 мм используются слитки сечение 300×1250 мм. Слитки перед горячей прокаткой подвергаются гомогенизационному отжигу при температуре 490 – 510⁰С в течение 12 часов. Горячая прокатка (430 – 460⁰С) слитков производилась по серийной схеме обжатий.

Плиты с температурой горячей прокатки до температуры теплой прокатки (250 – 290⁰С) охлаждались на рольганге стана. Теплая прокатка производилась с обжатиями по 5 – 7 мм за проход. Холодная прокатка проводилась после полного остывания плит, при этом не допускалось повышение температуры свыше 80 °С. Технология изготовления плит не включала полигонизационного отжига для снятия напряжений после операции теплой прокатки и стабилизирующего отпуска после холодной прокатки.

Полигонизационный отжиг перед холодной прокаткой не внес существенных изменений в макро- и микроструктуру плит толщиной 38,1 мм. Излом плит в направлении прокатки, исполненный в сечении центральных слоев, удовлетворительный. Механические свойства плит (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение) всех рассматриваемых толщин (за исключением показателя пластичности плит толщиной 25,0 мм) соответствуют необходимым требованиям. Плиты толщиной 25,0 мм показали относительное удлинение в долевом направлении порядка 5,3 – 7,7 %, что ниже

требуемого значения 8,0 %. Однако относительное удлинение не является достоверным критерием исхода баллистических испытаний, поскольку при неудовлетворительном относительном удлинении плиты толщиной 25,0 мм показали удовлетворительный результат при баллистических испытаниях.

Если проследить взаимосвязь между результатами испытаний на ударную вязкость и баллистическими испытаниями, то можно предположить, что те плиты, которые показали в долевом направлении значения ударной вязкости выше $2,5 \text{ кДж/м}^2$, и при этом значения ударной вязкости в поперечном направлении почти в два раза ниже, могут показать неудовлетворительные результаты при баллистических испытаниях. Плиты, выдержавшие баллистические испытания, показывают преимущественно значения ударной вязкости более низкие и близкие между собой в двух направлениях. Вероятнее всего, высокую баллистическую защиту покажут плиты, имеющие относительно равную ударную вязкость в долевом и поперечном направлениях. Определенный вклад в уровень свойств плит сплава 5083 вносит структура плит, с одной стороны, наследуемая от слитка и, с другой стороны, формируемая технологией производства.

Нестабильность свойств, вполне возможно, обусловлена присутствием в структуре интерметаллидов, приводящих в ряде случаев к расслоению в макроструктуре. Если учесть, что после холодной прокатки в плитах накоплена энергия и во время баллистических испытаний она способствует развитию трещин, то можно предположить целесообразность стабилизирующего отпуска как заключительной операции получения плит из сплава 5083.